

# **Avaliação da acuidade cirúrgica na colocação dos túneis ósseos na reconstrução do ligamento cruzado anterior**

Dissertação do Mestrado Integrado em Medicina

**João Cardoso Barros Lixa**

2017

## **Artigo de Investigação Médica**

**Autor:** João Cardoso Barros Lixa

**Afiliação:** Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar – Universidade do Porto

**Endereço:** Rua de Jorge Viterbo Ferreira nº 228, 4050-313 Porto

**Endereço electrónico:** joaolixa93@gmail.com

**Orientador:** Dr. Adélio Justino Machado Vilaça

Médico Ortopedista do HSA-CHP e Assistente Convidado do ICBAS-UP  
Unidade do Joelho, Serviço de Ortopedia, Departamento de Ortofisiatria do  
CHP

## **Agradecimentos**

Ao meu orientador e professor, Doutor Adélio Vilaça, pela orientação e conhecimentos partilhados, mas sobretudo por me ter transmitido o gosto pela Ortopedia.

Ao Doutor João Esteves, pelo apoio e disponibilidade ao longo de todo o projeto, ajudando a torná-lo possível.

À Professora Carolina Lemos, pela ajuda e simpatia.

## Conteúdos

<b>Lista de tabelas .....</b>	<b>5</b>
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>6</b>
<b>Abreviaturas .....</b>	<b>7</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>8</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>9</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>10</b>
<b>Metodologia .....</b>	<b>12</b>
Seleção dos participantes.....	12
Método.....	12
Análise estatística .....	14
<b>Resultados .....</b>	<b>15</b>
<b>Discussão .....</b>	<b>18</b>
Limitações do estudo.....	20
<b>Conclusão .....</b>	<b>21</b>
<b>Referências .....</b>	<b>22</b>

## Lista de tabelas

<b>Tabela 1</b> - Variáveis estudadas .....	15
<b>Tabela 2</b> - Coeficiente de Correlação (CC) intra e interobservador .....	15
<b>Tabela 3</b> - Coordenadas do túnel femoral, $x$ e $y$ .....	16
<b>Tabela 4</b> - Análise de regressão linear das variáveis para a coordenada $x$ .....	17
<b>Tabela 5</b> - Análise de regressão linear das variáveis para a coordenada $y$ .....	17
<b>Tabela 6</b> - Estudos da posição nativa e pós reconstrução cirúrgica do LCA .....	18

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> - Três cortes sagitais de RM utilizados .....	13
<b>Figura 2</b> - Posicionamento da grelha .....	14
<b>Figura 3</b> - Distribuição dos casos segundo as coordenadas $x$ e $y$ .....	16
<b>Figura 4</b> - Distribuição das posições médias dos estudos enumerados na Tabela 6 segundo as coordenadas $x$ e $y$ .....	19

## **Abreviaturas**

**AM** - anteromedial

**CC** - coeficiente de correlação

**IC** - intervalo de confiança

**LCA** - ligamento cruzado anterior

**PL** - posterolateral

**RM** - ressonância magnética

**TAC** - tomografia axial computadorizada

**VMa** - valor máximo

**VMi** - valor mínimo

## Resumo

**Introdução:** O ligamento cruzado anterior é frequentemente lesado, sendo a sua substituição por um neoligamento o tratamento cirúrgico utilizado para recuperar a estabilidade articular e evitar novas lesões. A técnica cirúrgica implica a realização de um túnel através do fêmur e outro através da tíbia, permitindo a passagem do enxerto e a sua fixação.

**Objetivos:** Determinar a precisão na colocação do túnel femoral utilizado na reconstrução do ligamento cruzado anterior. Determinar a influência de fatores como a idade, sexo, peso, altura, diâmetro do túnel e cirurgião na posição do mesmo.

**Metodologia:** Foram revistos 40 casos de doentes submetidos a reconstrução do ligamento cruzado anterior, com isquiotibiais e por técnica *inside-out*. Só foram incluídos doentes que tivessem realizado Ressonância Magnética pós operatória. Foi calculada a posição do túnel femoral, segundo o método do quadrante de Bernard, por dois observadores independentes. Foi calculado o Coeficiente de Correlação intra e interobservador. A influência de variáveis como idade, altura, peso e diâmetro do túnel femoral foi determinada por uma análise de regressão linear, as variáveis sexo e lado intervencionado por análise de variância (ANOVA). Calculou-se, ainda, a variabilidade entre os dois cirurgiões responsáveis pelas cirurgias, utilizando um teste *t-Student* para amostras independentes

**Resultados:** As médias das coordenadas medidas foram de  $36,9\% \pm 7,3\%$  para  $x$  e  $20,1\% \pm 10,0\%$  para  $y$ . Nenhuma variável estudada influenciou significativamente o posicionamento ( $p>0,05$ ) e não se encontrou uma variabilidade significativa entre a posição definida pelos dois cirurgiões ( $p>0,05$ ). O coeficiente de correlação intraobservador obtido foi de  $89,7\%$  para  $x$  e  $66,6\%$  para  $y$  e interobservador de  $91,2\%$  para  $x$  e  $76,5\%$  para  $y$ .

**Conclusões:** Os resultados obtidos revelam uma inserção mais anterior em relação à face posterior do côndilo lateral e mais proximal em relação ao teto da fossa intercondilar, quer em relação à posição nativa, quer à posição descrita em estudo cirúrgico. Encontrou-se alguma dispersão, mas não parece ser dependente do operador. Carece o desenvolvimento de uma técnica que permita maior acuidade na colocação do túnel femoral.

**Palavras-chave:** ligamento cruzado anterior, reconstrução do ligamento cruzado anterior, posicionamento do túnel femoral, acuidade cirúrgica, ressonância magnética



## Abstract

**Introduction:** the anterior cruciate ligament is frequently injured and its replacement by a neoligament is the surgical treatment for recovering joint stability and the prevention of new lesions. The surgical technique involves performing a tunnel through the femur and another tunnel through the tibia, allowing for the passage of the graft and its fixation.

**Objectives:** To determine the precision of the colocation of the femoral tunnel used in the reconstruction of the anterior cruciate ligament. To determine the influence of factors like the patient's age, sex, weight, height, side and tunnel diameter in the position of the tunnel.

**Methods:** we reviewed 40 cases of patients submitted to the reconstruction of the anterior cruciate ligament, which were realized with the *inside-out* technique with hamstrings grafts. Only the patients with after surgery Magnetic Resonance Image exams were included. The femoral tunnel position was calculated according with the Bernard quadrant method, by two independent observers. The intra and interobservers Correlation Coefficients were calculated. The influence of the variables patient's age, weight, height and tunnel diameter in the position of the tunnel was determined by analysis of linear regression, and the variables sex and side by a analysis of variance (ANOVA). The variability between the two surgeons responsible for the surgeries was determined by *t-Student* test of independent samples.

**Results:** the average of the coordinates measured was  $36,9\% \pm 7,3\%$  for the  $x$  and  $20,1\% \pm 10,0\%$  for the  $y$ . None of the studied variables influenced the positioning ( $p>0,05$ ) and it wasn't found any significant variability between the position determined by the two surgeons ( $p>0,05$ ). The intraobserver Correlation Coefficient was 89,7% for the  $x$  coordinate and 66,6% for the  $y$  coordinate and interobserver Correlation Coefficient was 91,2% for the  $x$  coordinate and 76,5% for the  $y$  coordinate.

**Conclusions:** the results reveal a more anterior insertion regarding the posterior face of the lateral femoral condyle and a more proximal insertion regarding the top of the intercondylar fossa, comparing with the native position and the position referred in a surgical study. There is some dispersion but it doesn't seem to be dependent of the operator. It is lacking a technique that allows a more precise positioning of the tunnel.

**KeyWords:** anterior cruciate ligament, reconstruction of the anterior cruciate ligament, position of the femoral tunnel, surgical precision; magnetic resonance imaging.

## Introdução

O joelho é uma articulação complexa e fundamental para o desempenho da marcha e atividade física. Como tal, é sede frequente de patologia, tanto traumática como degenerativa. Para a manutenção da sua integridade contribuem, para além dos feixes musculares, quatro ligamentos principais: os ligamentos cruzado anterior (LCA) e posterior e os ligamentos colaterais medial e lateral. O LCA impede o movimento anterior da tibia em relação ao fémur e confere estabilidade rotacional, sendo o mais frequentemente lesado, com uma incidência de cerca de 43,38 por 100.000 pessoas-ano nos Estados Unidos da América, onde terão sido realizadas 129.836 reconstruções cirúrgicas em 2006 (Mall et al., 2014). A sua rotura ocorre quer por um impacto traumático direto quer por um movimento de rotação do fémur com o pé fixo e está geralmente associada a lesões de outras estruturas, com laceração do menisco interno em até 44,3% dos casos (Mall et al., 2014).

O tratamento cirúrgico visa recuperar a estabilidade articular, para permitir a retoma da atividade física, e evitar novas lesões, quer condrais quer meniscais, secundárias a fenómenos de instabilidade.

Contudo, não é consensual que a opção cirúrgica de reconstrução no período agudo (cerca de 4 semanas após a lesão) seja melhor que a realização de tratamento conservador inicialmente, associando-se posteriormente a reconstrução cirúrgica quando o doente mantém clínica de instabilidade. Aliás, meta-análises recentes não apresentam diferenças significativas entre os *outcomes* apresentados, quer a nível sintomático, quer a nível radiográfico de prevenção de osteoartrose, pela terapêutica cirúrgica vs conservadora (Lohmander et al., 2007, Monk et al., 2016). A osteoartrose do joelho, 10-20 anos após a lesão, chega mesmo aos 50% (Lohmander et al., 2007).

A cirurgia é realizada através da utilização de enxerto biológico, que varia, entre várias hipóteses, consoante a opção do cirurgião, não havendo um claro consenso sobre qual a melhor técnica. Este enxerto tem como objetivo conseguir criar um neoligamento que vai substituir o LCA nativo. A técnica cirúrgica implica a realização de um túnel através do fémur e outro através da tibia, permitindo a passagem do enxerto e a sua fixação e integração.

O posicionamento incorreto dos túneis ósseos é das causas mais comuns de falência do enxerto, sendo três vezes mais frequente no túnel femoral que no túnel tibial, devido, provavelmente, às referências anatómicas serem menos evidentes (Trojani et al., 2011). A posição anatómica mais correta a ser utilizada nos enxertos também é difícil de estabelecer, com estudos diferentes a apresentar valores

discordantes, chegando a haver desvios de 40% (Takahashi et al., 2006, Pietrini et al., 2011).

O método mais reconhecido para a medição objetiva do túnel femoral realizado na reconstrução cirúrgica é o método do quadrante criado por Bernard e Hertel (Bernard et al., 1997). Neste método, uma grelha é aplicada a imagens de radiografia lateral do joelho pós cirúrgica e permite calcular, sob a forma de coordenadas, a posição do centro do túnel femoral em relação a estruturas anatómicas definidas, como o teto da fossa intercondilar e os limites do côndilo lateral do fêmur. Assim, permite a comparação das medidas de forma uniforme.

Este artigo tem como objetivo determinar a precisão na colocação do túnel femoral utilizado na reconstrução do LCA, comparando-a com estudos já realizados noutras instituições, quer com a posição do LCA nativo, quer do neoligamento. Ainda, pretende determinar a variabilidade intercirurgião e a influência de fatores como idade, sexo, peso, altura e diâmetro em relação à posição do mesmo.

## Metodologia

O estudo foi submetido à aprovação da Comissão de Ética, tendo obtido parecer favorável.

### Seleção dos participantes

Foi analisado o registo de cirurgias de reconstrução do ligamento cruzado anterior realizadas na nossa Instituição entre abril de 2009 e dezembro de 2016, que corresponderam a 202.

Só foram incluídos doentes que tivessem realizado Ressonância Magnética pré e pós operatória, submetidos a reconstrução do ligamento cruzado anterior com isquiotibiais e por técnica *inside-out*, com abertura do túnel femoral com colocação do fio guia e da broca através do portal artroscópico anteromedial, ou anteromedial acessório. A sua posição é definida pelo cirurgião intraoperatoriamente, por referências anatómicas artroscópicas no côndilo femoral lateral (inserção do remanescente do LCA, rebordo posterior do côndilo; crista supracondiliana; linha bifurcada). Foram então selecionados 40 casos.

### Método

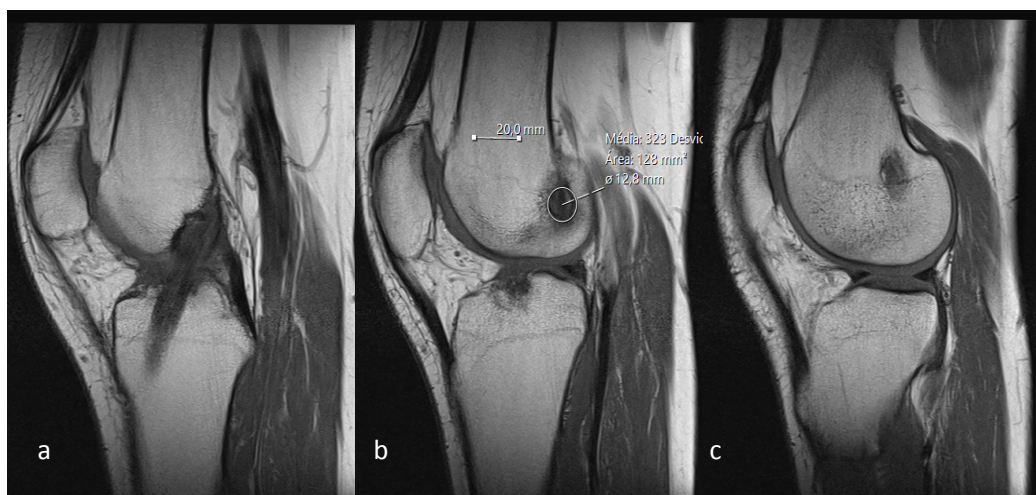
Colheu-se informação do processo clínico e relato cirúrgico sobre idade, sexo, altura, peso, lado intervencionado, diâmetro do túnel femoral, cirurgião principal e ajudante.

Posteriormente foram analisadas as imagens de RM, utilizando o programa SECTRA ® (Sectra AB, Linköping, Suécia) e escolheram-se 3 cortes sagitais, um em que fosse visível o teto da fossa intercondilar do fémur (linha de Blumensaat), deslocando de medial para lateral, o primeiro corte em que fosse visível o túnel ósseo e finalmente o que apresentasse o maior diâmetro do côndilo lateral do fémur (Figura 1). No segundo corte marcou-se o centro do túnel.

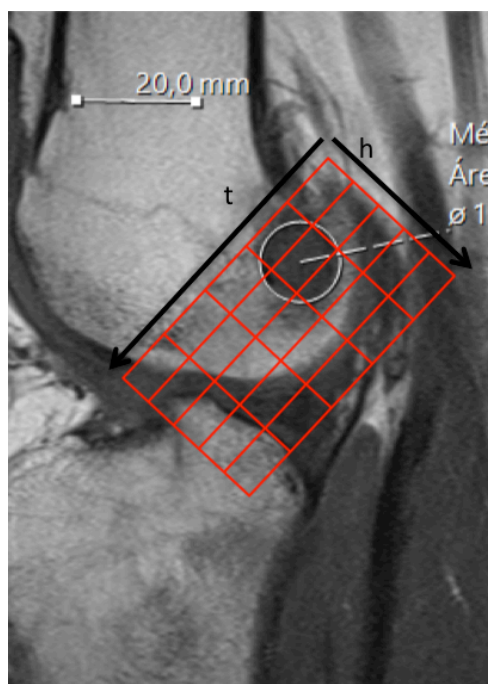
Os três cortes foram sobrepostos e aplicada uma grelha segundo o método de Bernard (Bernard et al., 1997), sendo o limite superior: diâmetro sagital total do côndilo femoral lateral no teto da fossa intercondilar do fêmur (distância t), o limite inferior: paralelo ao bordo superior ao nível do limite posterior do côndilo lateral do fêmur, o limite posterior: altura da fossa intercondilar perpendicular ao bordo superior (distância h) e o limite anterior: paralelo ao limite posterior a nível distal do côndilo lateral.

A distância  $x$  foi medida do centro do túnel ao limite posterior, ao longo da linha t, e a distância  $y$  medida do centro do túnel ao teto da fossa intercondilar do fêmur, ao longo da linha h (Figura 2). As medidas  $x$  e  $y$  foram expressas em percentagens das distâncias t e h, respetivamente.

As distâncias  $x$  e  $y$  foram medidas por dois observadores independentes. O observador 1 fez duas medições espaçadas de um mês, sendo que na segunda mediu apenas 10 casos selecionados aleatoriamente. O observador 2 mediu os mesmos 10 casos.



**Figura 1 - Três cortes sagitais de RM; a - visível o tecto da fossa intercondilar do fêmur (linha de Blumensaat); b - visível o centro do túnel ósseo; c - limites do côndilo lateral do fêmur.**



**Figura 2 - Posicionamento da grelha; linha t e h.**

### **Análise estatística**

Para estimar o erro de medição, calculou-se o Coeficiente de Correlação (CC) intra e interobservador para as coordenadas dos 10 casos selecionados aleatoriamente, que correspondem a 25% da população (Tabela 2).

Posteriormente, foi realizada uma análise de regressão linear no sentido de procurar influência das variáveis idade, altura, peso e diâmetro do túnel femoral (Tabelas 4 e 5) na posição do túnel femoral. Para as variáveis sexo e lado intervencionado foi feita uma análise de variância (ANOVA) e testada a sua interação. Foi, ainda, calculada a variabilidade entre os dois cirurgiões responsáveis pelas cirurgias, utilizando um teste *t-Student* para amostras independentes.

Para as análises estatísticas, recorreu-se ao *software* SPSS® (Versão 24, IBM, Nova Iorque, EUA)

## Resultados

A população deste estudo foi de 40 casos, com uma idade média de  $25,95 \pm 9,15$  anos, uma altura média de  $172,18 \pm 8,70$  cm e um peso médio de  $72,77 \pm 15,24$  Kg. Destes, 26 (65,0%) eram do sexo masculino e 24 (60,0%) foram submetidos a cirurgia ao joelho direito. O cirurgião 1 realizou 19 (47,5%) cirurgias e o cirurgião 2, 21 (52,5%). O diâmetro médio do túnel foi de  $8,30 \pm 0,75$  mm (Tabela 1)

<b>Diâmetro túnel (M±DP)</b>	8,30 (0,75) mm	
<b>Cirurgião (%)</b>	C1: 19 (47,5%)	C2: 21 (52,5%)
<b>Idade (M±DP)</b>	25,95 (9,15) anos	
<b>Sexo (%)</b>	14 (35,0%) feminino	26 (65,0%) masculino
<b>Lado (%)</b>	E: 16 (40,0%)	D: 24 (60,0%)
<b>Peso (M±DP)</b>	72,77 (15,24) Kg	
<b>Altura (M±DP)</b>	172,18 (8,70) cm	

Tabela 1 - Variáveis estudadas. M±DP - Média ± Desvio Padrão; C1 - cirurgião 1, C2 - cirurgião 2, E - esquerdo, D - direito.

Para a amostra aleatória de 10 casos (25,0% da amostra total), o CC intraobservador obtido foi de 89,7% para  $x$  e 66,6% para  $y$ . O CC interobservador foi de 91,2% para  $x$  e 76,5% para  $y$  (Tabela 2). Segundo Cicchetti (Cicchetti, 1994), valores de 60%-74% e de 75%-100% são considerados como boa e excelente correlação, respetivamente.

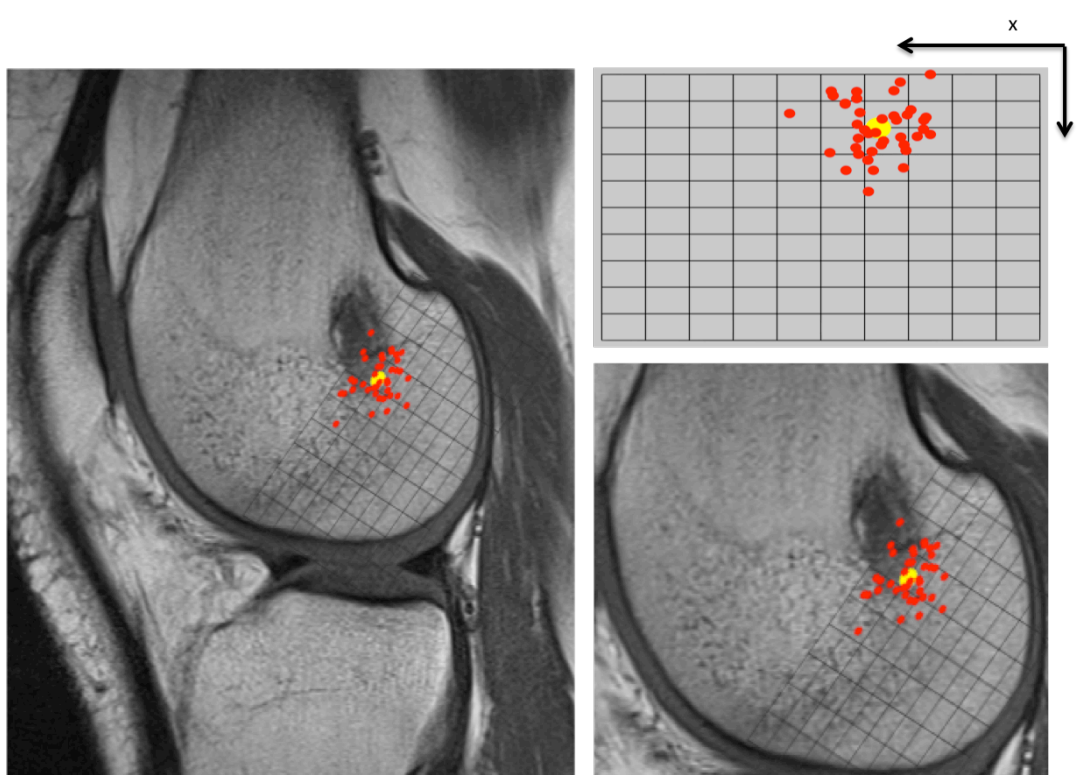
	Intraobservador		Interobservador	
	CC	IC a 95%	CC	IC a 95%
$x$	89,7%	[0,659 ; 0,973]	91,2%	[0,642 ; 0,978]
$y$	66,6%	[0,138 ; 0,904]	76,5%	[-0,001 ; 0,942]

Tabela 2 - Coeficiente de Correlação (CC) de 10 casos selecionados aleatoriamente, 25% da população. IC - Intervalo de Confiança

As médias das coordenadas medidas foram de 36,9%  $\pm$  7,3% para  $x$  e 20,1%  $\pm$  10,0% para  $y$  (Tabela 3). O valor mínimo e máximo foi de, respectivamente, 25,0% e 57,1% para  $x$  e 0,0 % e 44,0% para  $y$ .

$x$	36,9%	(16,68 mm)	DP 7,3% (3,60 mm)	VMi 25,0%	VMa 57,1%
$y$	20,1%	(5,17 mm)	DP 10,0% (2,59 mm)	VMi 0,0 %	VMa 44,0%

**Tabela 3 - Coordenadas do túnel femoral,  $x$  e  $y$ , expressas em percentagem de  $t$  e  $h$ , respectivamente, e em milímetros. DP - desvio padrão; VMi valor mínimo; VMa valor máximo**



**Figura 3 - Distribuição dos casos segundo as coordenadas  $x$  e  $y$ .  
Ponto amarelo - posição média**

Em relação às variáveis estudadas quanto à sua influência no túnel femoral, nenhuma foi estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ), os valores de significância são apresentados para as coordenadas  $x$  e  $y$  na Tabela 4 e na Tabela 5, respectivamente.

Para as variáveis sexo e lado intervencionado foi feita uma análise de variância ANOVA e testada a sua interação. Para a coordenada  $x$  o valor significância foi de  $p = 0,960$  para o lado,  $p = 0,194$  para o sexo e  $p = 0,558$  para a sua interação. Quanto à



coordenada  $y$  o valor foi de  $p=0,174$  para o lado,  $p=0,984$  para o sexo e  $p=0,805$  para a sua interação

Ainda, não se encontrou uma variabilidade significativa entre a posição definida pelos dois cirurgiões ( $p=0,977$  e  $p=0,351$ , coordenada  $x$  e  $y$ , respetivamente, para um Intervalo de Confiança de 95%).

Variável	Significância	Valor B	IC a 95%
<b>Diâmetro túnel</b>	$p=0,609$	0,009	[-0,031 ; 0,049]
<b>Idade</b>	$p=0,128$	-0,003	[-0,008 ; 0,001]
<b>Peso</b>	$p=0,078$	0,002	[0,000 ; 0,005]
<b>Altura</b>	$p=0,050$	-0,007	[-0,013 ; 0,000]

Tabela 4 - Análise de regressão linear das variáveis para a coordenada  $x$ . IC - Intervalo de Confiança

Variável	Significância	Valor B	IC a 95%
<b>Diâmetro túnel</b>	$p=0,815$	-0,014	[-0,158 ; 0,130]
<b>Idade</b>	$p=0,739$	-0,002	[-0,019 ; 0,015]
<b>Peso</b>	$p=0,692$	-0,001	[-0,010 ; 0,007]
<b>Altura</b>	$p=0,659$	-0,004	[-0,028 ; 0,019]

Tabela 5 - Análise de regressão linear das variáveis para a coordenada  $y$ . IC - Intervalo de Confiança

## Discussão

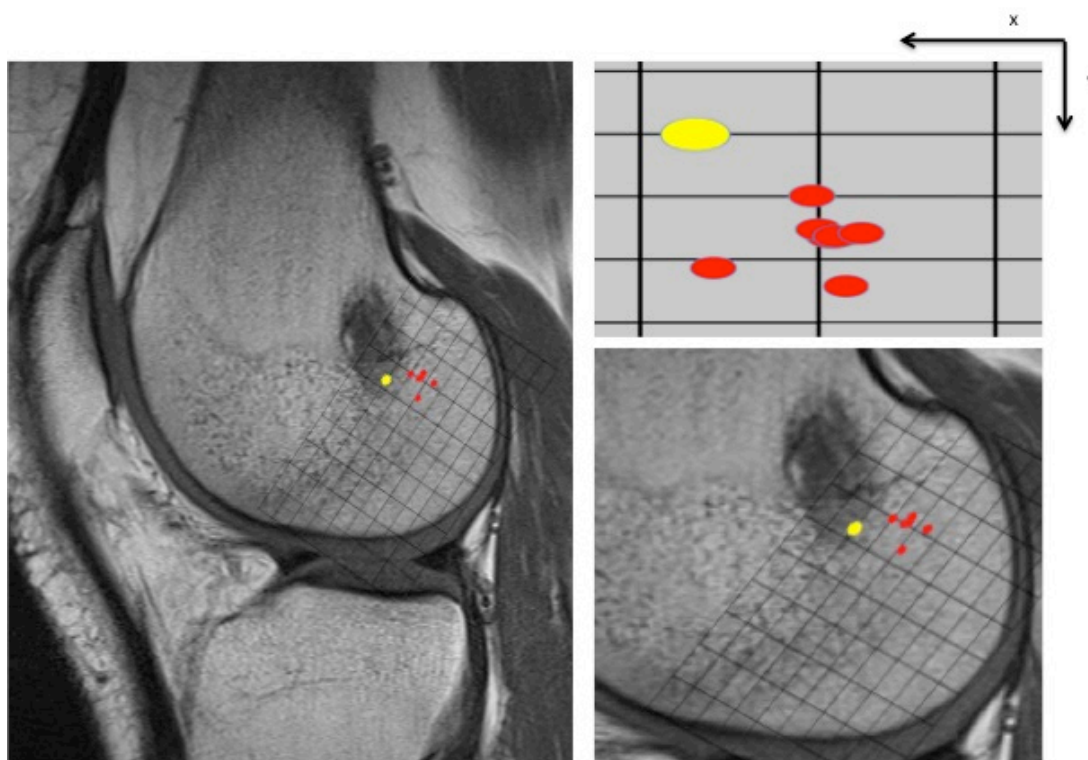
A técnica cirúrgica deste estudo utiliza um enxerto biológico autólogo, feixes dos músculos gracilis e semi-tendinoso, para criar um neoligamento que substitui o LCA nativo. Para a sua fixação e integração, é realizado um túnel através do fêmur pela porta anteromedial.

O objetivo principal deste estudo foi determinar a posição do túnel utilizado nas cirurgias realizadas nesta Instituição. Embora exista extensa literatura publicada sobre a posição nativa do LCA, nomeadamente em estudos em cadáver, os estudos sobre o posicionamento pós-operatório do neoligamento são mais escassos. A cirurgia tenta replicar a inserção nativa, mas esta é bastante variável entre indivíduos saudáveis e deve ser encarada mais como uma área do que como um ponto específico (Xu et al., 2016).

Xu et al (Xu et al., 2014) realizaram um estudo prospetivo para comparar a reconstrução com feixe único e com feixe duplo (anteromedial e posterolateral), calculando a posição pelo método do quadrante, através de Tomografias Axiais Computorizadas (TACs). Obtiveram, para o feixe único, resultados semelhantes aos apresentados por Hu Xu (Xu et al., 2016), onde numa revisão sistemática de 13 estudos, apresentou a posição média teórica do ligamento nativo. No estudo pós-operatório, o  $x$  foi de  $29,0 \pm 4,0$  % e o  $y$  de  $36,4 \pm 6,5$  %; na revisão sistemática o  $x$  foi de  $28,4 \pm 5,1$  % e o  $y$  de  $35,7 \pm 6,9$  % (Tabela 6).

Artigo (Ano)	Feixe único		Feixe AM		Feixe PL	
	$x$ (%) M $\pm$ DP	$y$ (%) M $\pm$ DP	$x$ (%) M $\pm$ DP	$y$ (%) M $\pm$ DP	$x$ (%) M $\pm$ DP	$y$ (%) M $\pm$ DP
<b>Estudo atual *</b>	36,9 $\pm$ 7,3	20,1 $\pm$ 10,0	-	-	-	-
(Colombet et al., 2006)	29,4 $\pm$ 3,3	36,5 $\pm$ 5,5	26,4 $\pm$ 2,6	25,3 $\pm$ 4,2	32,3 $\pm$ 3,9	47,6 $\pm$ 6,5
(Tsukada et al., 2008)	30,4 $\pm$ 2,0	29,9 $\pm$ 3,4	25,9 $\pm$ 2,0	17,8 $\pm$ 2,9	34,8 $\pm$ 2,0	42,1 $\pm$ 3,9
(Forsythe et al., 2010)	28,4 $\pm$ 3,0	44,3 $\pm$ 5,5	21,7 $\pm$ 2,5	33,2 $\pm$ 5,6	35,1 $\pm$ 3,5	55,3 $\pm$ 5,3
(de Abreu-e-Silva et al., 2015)	30,0 $\pm$ 1,6	35,3 $\pm$ 4,5	-	-	-	-
(Xu et al., 2014)*	29,0 $\pm$ 4,0	36,4 $\pm$ 6,5	26,3 $\pm$ 5,4	30,3 $\pm$ 9,0	39,8 $\pm$ 7,5	49,5 $\pm$ 10,1
(Lee et al., 2015)	35,9 $\pm$ 4,4	41,4 $\pm$ 6,3	33,5 $\pm$ 4,7	27,6 $\pm$ 5,4	38,3 $\pm$ 4,0	55,1 $\pm$ 7,1
(Xu et al., 2016)**	28,4 $\pm$ 5,1	35,7 $\pm$ 6,9	24,2 $\pm$ 4,0	21,6 $\pm$ 5,2	32,8 $\pm$ 4,7	46,7 $\pm$ 4,9

**Tabela 6 - M $\pm$ DP - Média  $\pm$  Desvio Padrão; AM - anteromedial; PL - posteromedial; \* Estudo pós reconstrução cirúrgica do LCA; \*\* Revisão sistemática, posição média de 13 estudos**



**Figura 4 - Distribuição das posições médias dos estudos enumerados na Tabela 6 segundo as coordenadas  $x$  e  $y$ . Ponto amarelo - estudo atual; pontos vermelhos - estudos anteriores.**

Neste estudo, os resultados obtidos foram de  $36,9 \pm 7,3\%$  para  $x$  e  $20,1 \pm 10,0\%$  para  $y$ , o que revela uma inserção mais anterior em relação à face posterior do côndilo lateral e mais proximal em relação ao teto da fossa intercondilar, quer em relação à posição nativa, quer à posição descrita no estudo cirúrgico.

A dispersão de valores, medida pelo desvio padrão, foi superior para a coordenada  $y$  ( $10,0\%$  vs  $7,3\%$ ). Isto sugere uma maior dificuldade dos cirurgiões na definição da posição relativa à altura da fossa intercondilar (linha  $h$ ), eixo superoinferior, do que na do eixo do diâmetro sagital do côndilo, anteroposterior (linha  $t$ ). Este facto pode ser explicado pelas referências anatómicas utilizadas em artroscopia. A referência utilizada para orientação ao longo da linha  $t$  é a margem posterior do côndilo. Em relação ao eixo da linha  $h$  utiliza-se como marco a crista lateral intercondilar, também referida como *resident's ridge* (Fu and Jordan, 2007). Esta estrutura está presente na grande maioria das pessoas e marca o bordo superior da inserção do LCA na artroscopia, com o joelho em flexão a  $90^\circ$  (Farrow et al., 2007, Ferretti et al., 2007, Ziegler et al., 2011). Assim, trata-se de uma referência fundamental na cirurgia de reconstrução (Fu and Jordan, 2007). Contudo, tem cerca de 18 mm de comprimento (Ziegler et al., 2011) pelo que a sua visualização não é

facilmente reprodutível. A intercondiloplastia, quando utilizada, pode também eliminar esta referência (Fu and Jordan, 2007).

Quanto às variáveis estudadas, nenhuma teve uma influência significativa ( $p>0,05$ ). Não se encontra descrito na literatura que efeito poderá ter a altura, sexo ou peso nos túneis ósseos, pelo que este estudo poderá indicar a inexistência de tal relação. Porém, isto poderá dever-se ao tamanho da população (40 casos) e à ausência de dados para todos os casos.

A variabilidade entre os dois cirurgiões não foi significativa ( $p>0,05$ ), o que indica que a técnica é consistente e operador-independente.

### **Limitações do estudo**

O exame de imagem disponível para utilização foi a RM, que permite uma boa visualização do neoligamento, mas uma pior diferenciação das estruturas ósseas. Contudo, trata-se de um exame menos nocivo do que a TAC, uma vez que o paciente não é exposto a radiação ionizante. Nos estudos comparativos foram utilizadas radiografias convencionais ou TACs.

O método experimental desenvolvido não recorreu à reconstrução a 3 dimensões e implicou vários passos passíveis a erros. O teto da fossa intercondilar (linha de Blumensaat na radiografia lateral), utilizada como referência anatómica na colocação da grelha, é visível na RM (Figura 1a) como uma linha com alguns milímetros de espessura. Como a distância  $t$  é sobreposta a esta estrutura, o facto da mesma não ser bem definida pode introduzir erro na colocação da grelha.

Os dois observadores eram bastante diferentes em termos de experiência que tinham na observação de imagens, o primeiro foi um aluno do 6º ano do curso de Medicina e o segundo, um Interno de Formação Específica de Ortopedia do 4º ano. Contudo, o Coeficiente de Correlação inter e intraobservador mostra que os resultados são confiáveis entre os dois observadores. Uma limitação deste cálculo foi a utilização de uma amostra de 25%, com casos seleccionados aleatoriamente, e não a população total.

A Correlação para a variável  $y$  é menor para as duas classes, facto que se pode explicar pela distância  $h$  ser comparativamente menor que a  $t$ . Na imagem final, como a escala é menor, o intervalo de valores reais para cada valor medido é maior, o que se traduz numa margem de erro superior.

## **Conclusão**

Há alguma controvérsia na literatura atual sobre qual a melhor forma de reconstruir um LCA, estando, no entanto, definido que deve ser reproduzida a sua anatomia original, colocando o neoligamento na sua inserção nativa.

A posição média encontrada revela uma inserção mais anterior em relação à face posterior do côndilo lateral e mais proximal em relação ao teto da fossa intercondilar, quer em relação à posição nativa, quer à posição descrita no estudo cirúrgico.

Avaliando a acuidade cirúrgica da colocação do túnel femoral usando como guia do orifício as referências anatómicas artroscópicas, vê-se que há alguma dispersão na sua localização, com uma variação quer em colocação anteroposterior, quer em superoinferior.

No entanto, a dispersão não parece ser dependente do operador, dado que as médias de colocação do túnel entre os dois cirurgiões são bastantes semelhantes.

Para maior reprodutibilidade cirúrgica, carece assim o desenvolvimento de uma técnica que permita maior acuidade na colocação do túnel femoral.

## Referências

Bernard M, Hertel P, Hornung H, Cierpinski T (1997) Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg* 10:14-21; discussion 21-12.

Cicchetti DV (1994) Guidelines, Criteria, and Rules of Thumb for Evaluating Normed and Standardized Assessment Instrument in Psychology. *Psychological Assessment* 6:284-290.

Colombet P, Robinson J, Christel P, Franceschi JP, Djian P, Bellier G, Sbihi A (2006) Morphology of anterior cruciate ligament attachments for anatomic reconstruction: a cadaveric dissection and radiographic study. *Arthroscopy* 22:984-992.

de Abreu-e-Silva GM, de Oliveira MH, Maranhao GS, Deligne Lde M, Pfeilsticker RM, Novais EN, Nunes TA, de Andrade MA (2015) Three-dimensional computed tomography evaluation of anterior cruciate ligament footprint for anatomic single-bundle reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 23:770-776.

Farrow LD, Chen MR, Cooperman DR, Victoroff BN, Goodfellow DB (2007) Morphology of the femoral intercondylar notch. *J Bone Joint Surg Am* 89:2150-2155.

Ferretti M, Ekdahl M, Shen W, Fu FH (2007) Osseous landmarks of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy* 23:1218-1225.

Forsythe B, Kopf S, Wong AK, Martins CA, Anderst W, Tashman S, Fu FH (2010) The location of femoral and tibial tunnels in anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction analyzed by three-dimensional computed tomography models. *J Bone Joint Surg Am* 92:1418-1426.

Fu FH, Jordan SS (2007) The lateral intercondylar ridge--a key to anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 89:2103-2104.

Lee JK, Lee S, Seong SC, Lee MC (2015) Anatomy of the anterior cruciate ligament insertion sites: comparison of plain radiography and three-dimensional computed tomographic imaging to anatomic dissection. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 23:2297-2305.

Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM (2007) The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med* 35:1756-1769.

Mall NA, Chalmers PN, Moric M, Tanaka MJ, Cole BJ, Bach BR, Jr., Paletta GA, Jr. (2014) Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *Am J Sports Med* 42:2363-2370.

Monk AP, Davies LJ, Hopewell S, Harris K, Beard DJ, Price AJ (2016) Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. *Cochrane Database Syst Rev* 4:CD011166.

Pietrini SD, Ziegler CG, Anderson CJ, Wijdicks CA, Westerhaus BD, Johansen S, Engebretsen L, LaPrade RF (2011) Radiographic landmarks for tunnel positioning in double-bundle ACL reconstructions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19:792-800.

Takahashi M, Doi M, Abe M, Suzuki D, Nagano A (2006) Anatomical study of the femoral and tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of human anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 34:787-792.

Trojani C, Sbihi A, Djian P, Potel JF, Hulet C, Jouve F, Bussiere C, Ehkirch FP, Burdin G, Dubrana F, Beaufils P, Franceschi JP, Chassaing V, Colombet P, Neyret P (2011) Causes for failure of ACL reconstruction and influence of meniscectomies after revision. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19:196-201.

Tsukada H, Ishibashi Y, Tsuda E, Fukuda A, Toh S (2008) Anatomical analysis of the anterior cruciate ligament femoral and tibial footprints. *J Orthop Sci* 13:122-129.

Xu H, Zhang C, Zhang Q, Du T, Ding M, Wang Y, Fu SC, Hopkins C, Yung SH (2016) A Systematic Review of Anterior Cruciate Ligament Femoral Footprint Location Evaluated by Quadrant Method for Single-Bundle and Double-Bundle Anatomic Reconstruction. *Arthroscopy* 32:1724-1734.

Xu Y, Ao YF, Wang JQ, Cui GQ (2014) Prospective randomized comparison of anatomic single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22:308-316.

Ziegler CG, Pietrini SD, Westerhaus BD, Anderson CJ, Wijdicks CA, Johansen S, Engebretsen L, LaPrade RF (2011) Arthroscopically pertinent landmarks for tunnel positioning in single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med* 39:743-752.